Інститут ядерних досліджень НАНУ

ФІЗИКА НЕІДЕАЛЬНОЇ ПЛАЗМИ

Лекція #3

Модуль #1

Класична неідеальна плазма

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.1. Визначаємо не траєкторії а ймовірності

$$\wp = \lim_{N \to \infty} \frac{\nu}{\mathrm{N}}.$$

$$0 \le \wp_A = \lim_{N \to \infty} \frac{\nu_{\mathrm{A}}}{\mathrm{N}} \le 1,$$

Середня величина

$$\bar{e} = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{\mathrm{N}} \sum_{k=1}^{N} e_k \nu_k = \sum_{k=1}^{N} e_k \wp_k,$$

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.2. Структура теорії Гіббса –два рівня

Макрорівень детермінований (закони термодинаміки, рівняння перенесення)

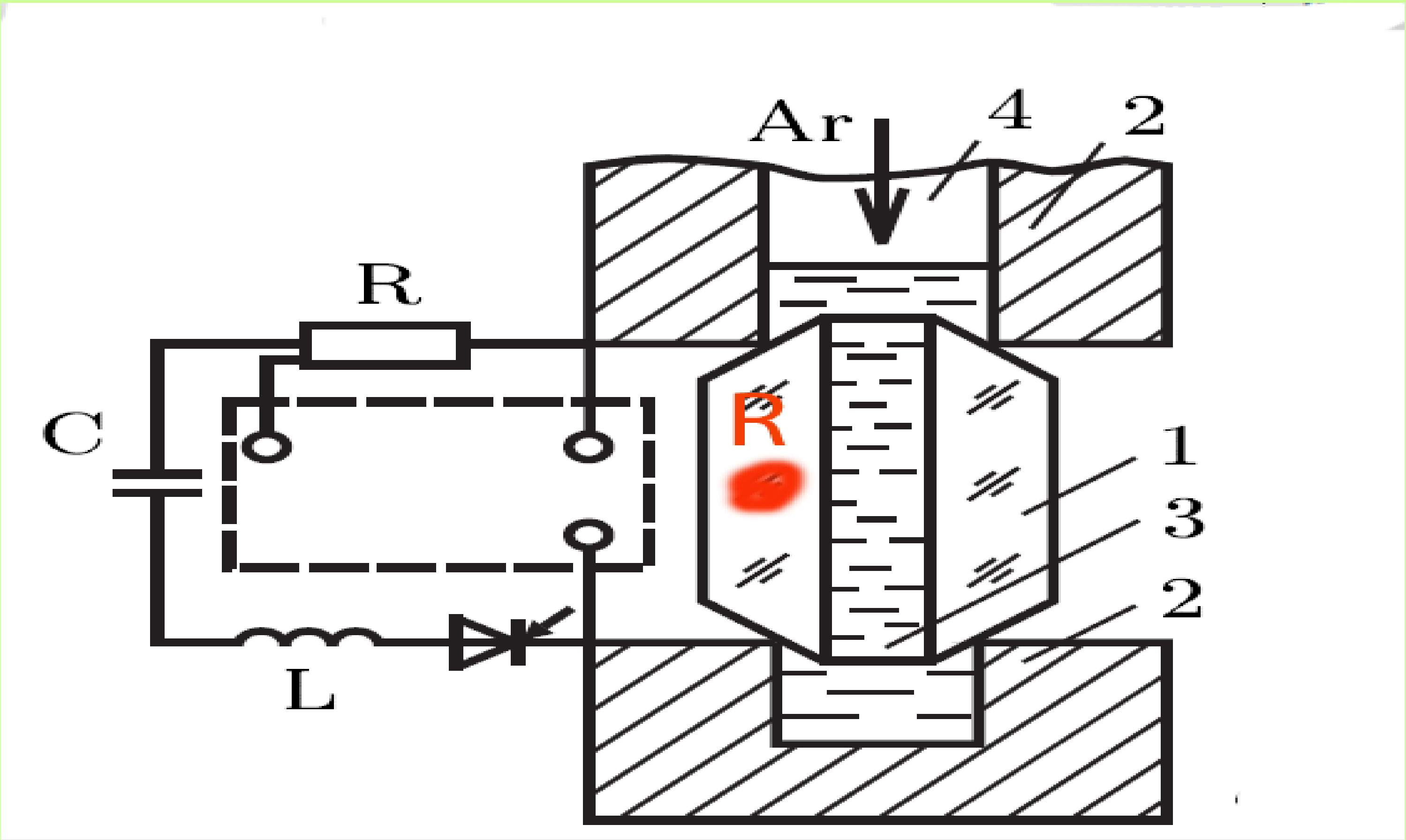
Мікрорівень є стохастичним (статистичні закони)

Жорсткий зв’язок між рівнями. Макрозакони є наслідком мікрозаконів.

Малий параметр $\varepsilon = l/L.$ $\varepsilon \approx 10^{-7}.$

$R_\Phi \ll L.$ $R \approx 10^{-7}$ см

4.Хаос в динамічних системах



Ієрархія статистичної теорії. Два рівня. Кореляційна сфера і термостат.

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.3. Загальні положення. Функція Гіббса

$$G_{1,\ \ldots,\ N} = G_{(N)}(r_i,\ p_i,\ t);$$

$$\rho_0 = \frac{N}{V} = \mathrm{const}$$

1 $x_1 = \{r_1 p_1\}$ 2 $x_2 = \{r_2 p_2\}$

$$\int_V \frac{dr_1,\ \ldots,\ dr_N}{V^N} \int_{-\infty}^{+\infty} G_{(N)}(r_i,\ p_i,\ t) \frac{dp_1,\ \ldots,\ dp_N}{P^{3N}} =$$

$$= \frac{1}{V^N} \int_V \tilde{G}_{(N)}(r_i,\ t)\, dr_1,\ \ldots,\ dr_N = 1,$$

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.3. Загальні положення. Функція Гіббса

$$\int_V \rho_0 \tilde{G}_{(1)}(\mathbf{r}_1,\ t)\,d\mathbf{r} = N,$$

$$\tilde{G}_{(1)}(\mathbf{r}_1,\ t) = \frac{1}{V^{N-1}} \int_V \tilde{G}_{(N)}(\mathbf{r}_1,\ t)\,d\mathbf{r}_2,\ \ldots,\ d\mathbf{r}_N\,.$$

$$\rho(\mathbf{r},\ t) = \rho_0 \tilde{G}_{(1)}(\mathbf{r}_1,\ t)$$

1.3. Загальні положення. Функція Гіббса

$$\tilde{G}_{1,\,\ldots,\,l} \equiv \tilde{G}_{(l)}(\boldsymbol{r}_1,\ \ldots,\ \boldsymbol{r}_l;\ t) = \frac{1}{V^{N-l}} \int_V \tilde{G}_{(N)} d\boldsymbol{r}_{l+1},\ \ldots,\ d\boldsymbol{r}_N,$$

$$l = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots,$$

1 $x_1 = \{r_1 p_1\}$, l — $x_l = \{r_l p_l\}$

$$\int_V \tilde{G}_{1,\,\ldots,\,l} \frac{d\boldsymbol{r}_1,\ \ldots,\ d\boldsymbol{r}_l}{V^l} = 1.$$

$$G_{1,\,\ldots,\,l} = \prod_{i=1}^{l} G_i.$$

1.4. Умова послаблення кореляцій. Термодинамічна границя

$$G_{1,\,\ldots,\,l}-\prod_{i=1}^{l}G_i\to 0\quad \text{при}\quad r_{i,\,j}=\left|\boldsymbol{r}_i-\boldsymbol{r}_j\right|\to\infty,\ 1\le i<j\le l.$$

$$N,\ V\to\infty;\quad \rho=\frac{N}{V}=\mathrm{const}.$$

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.5. l-часткові функції.

Умовна функція розподілення $G_{1,\ldots,l/l+1,\ldots,N}$.

$$G_{1,\ldots,N} = G_{1,\ldots,l/l+1,\ldots,N}\,G_{l+1,\ldots,N}.$$

$$\int G_{1,\ldots,N}\frac{dr_{l+1},\ \ldots,\ dr_N}{V^{N-l}} = \int G_{1,\ldots,l/l+1,\ldots,N}\,G_{l+1,\ldots,N}\frac{dr_{l+1},\ \ldots,\ dr_N}{V^{N-l}}.$$

.1. Теорія Гіббса. Суцільне середовище

1.5. l-часткові функції. Перехід до термодинамічної границі $V - V_l \approx V.$ $V_l \approx lR^3$

$$G_{1,\,\dots,\,l} \equiv G_{(l)}(\boldsymbol{r}_1,\ \dots,\ \boldsymbol{r}_l;\ \boldsymbol{p}_1,\ \dots,\ \boldsymbol{p}_l;\ t) =$$

$$= \int\limits_V \frac{d\boldsymbol{r}_{l+1},\ \dots,\ d\boldsymbol{r}_N}{V^{N-l}} \int\limits_{-\infty}^{+\infty} G_{(N)} \frac{d\boldsymbol{p}_{l+1},\ \dots,\ d\boldsymbol{p}_N}{P^{3(N-l)}}.$$

$$G_{(l)} = \int\limits_V \frac{d\boldsymbol{r}_{l+1}}{V} \int G_{(l+1)} \frac{d\boldsymbol{p}}{P^3}.$$

$$\rho(\boldsymbol{r},\ t) = \rho_0 \tilde{G}_{(1)}(\boldsymbol{r},\ t),$$